

# ¿QUÉ INDICADORES TIC PUEDEN MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN ESPAÑA?

**ALBERTO URUEÑA LÓPEZ**  
**GERARDO PENAS GARCÍA**

ETS Ingenieros Industriales  
Universidad Politécnica de Madrid

«Nueva Economía» es un término que fue acuñado a finales de los años 90 del siglo pasado para describir la evolución de una economía basada en la fabricación y la industria a una economía basada en la información y el conocimiento, en los progresos en tecnologías de la información (TIC) y el fenómeno de la globalización. La primera vez que se utilizó públicamente

el término fue en la revista *Businessweek* en el artículo de Michael J. Mandel denominado «El triunfo de la Nueva Economía» en Diciembre de 1996.

Como indica Torrent (2002), la información, la globalidad y la conexión en red son los elementos distintivos de la *Nueva Economía*. La revolución tecnológica, caracterizada por la digitalización de la información y la aplicación del conocimiento a las actividades económicas a través del paradigma tecnológico basado en las tecnologías de la información, ha provocado una nueva explicación del crecimiento económico. Aunque la incorporación del conocimiento también fue un importante factor para el crecimiento de la economía industrial, el desarrollo y aplicación de las tecnologías de la información hacen que el procesamiento de datos sea más eficiente e incida de manera más acusada en el aumento de la productividad de los procesos de trabajo y producción.

Además, es necesario tener en cuenta conceptos similares, como la economía del conocimiento, aquella donde la información y el saber acumulado tienen un importante papel en la creación de riqueza del sistema de producción (Urueña e Hidalgo, 2013) o el concepto de Sociedad de la Información, que

se puede definir como el estadio de desarrollo social caracterizado por la capacidad de sus miembros para obtener y compartir cualquier información, instantáneamente, desde cualquier lugar y en la forma que se quiera (Castells, 1997).

Muchas de las investigaciones realizadas hasta el momento corroboran el impacto positivo de las TIC en la productividad (López Sánchez, 2004). Este estudio se plantea dar un paso adelante buscando seleccionar las variables e indicadores específicos de TIC en los que, si se produjese una mejora, se conseguiría un incremento de productividad en la economía española.

El artículo se ha estructurado en tres secciones. En primer lugar, se lleva a cabo una comparación del impacto de las TIC sobre la productividad en Estados Unidos, Europa y España, y se analizan las principales medidas adoptadas por la Comisión Europea en el ámbito de la Sociedad de la Información. En segundo lugar, se desarrolla el marco metodológico que persigue identificar las variables o indicadores TIC que inciden de forma específica en la productividad de un país y que se denomina Índice Sintético de Potencial TIC. En último lugar, se plantean un con-

junto de reflexiones finales orientadas a la necesidad de priorizar la aplicación de medidas específicas que permitan conseguir un mayor desarrollo TIC que redunden en incrementar la productividad y la competitividad del país.

### TIC Y PRODUCTIVIDAD ↓

A nivel macroeconómico, la relación entre las TIC y el crecimiento económico ha sido analizada utilizando estudios econométricos. La gran mayoría de las investigaciones han revelado un impacto positivo de las TIC sobre la productividad, aunque no existe un estricto consenso sobre la magnitud del efecto. Incluso el análisis del impacto de las TIC sobre la productividad ha sido objeto de una importante controversia académica a partir de lo que en su día se denominó como «paradoja de Solow». Defendía Robert Solow, premio Nobel de Economía de 1987, a mediados de los ochenta, que los sociólogos y economistas podían estar hablando todo el día de las nuevas tecnologías, pero que su influencia en el crecimiento y su peso en el aumento de la productividad específicamente, no se veían por ninguna estadística (Solow, 1987).

A partir de la segunda mitad de los noventa empezaron a aparecer los primeros estudios económicos en los que se relacionaba la inversión en TIC con aumentos de productividad, explicando la fase expansiva del ciclo económico que se produjo en Estados Unidos. Se considera pionera la investigación de Brynjolfsson y Hitt (1996), que encontraron una correlación entre TIC y productividad utilizando como variables independientes el gasto en personal de Sistemas de Información y la inversión en ordenadores: por cada dólar gastado/invertido en sistemas de información se producía un incremento de productividad de entre 0,81 y 2,82.

Posteriormente, Black y Lynch (2001) analizaron la relación entre uso de ordenadores y productividad en el sector manufacturero de Estados Unidos en el período 1993-1996 obteniendo que cuanto mayor era el uso de ordenadores por los empleados, mayor era la productividad obtenida en las industrias. Jorgenson, Ho y Stiroh (2002) atribuyeron la mayor parte de la aceleración del crecimiento de la productividad a la acumulación del capital en TIC en un número específico de industrias como el comercio y las finanzas. Por último, Stiroh (2002) dividió las industrias norteamericanas entre aquellas que utilizaban las TIC y las que no hacían uso de las mismas, utilizando como variable de segmentación el capital dedicado a las TIC. A partir de esta clasificación el autor encontró que las industrias que utilizaban las TIC mostraron una aceleración mayor del crecimiento de la productividad laboral que aquellas que no utilizaban estas tecnologías.

### La Nueva Economía en Europa ↓

Los estudios elaborados para la economía europea muestran que el crecimiento de las ramas productoras de las TIC y la mayor utilización de estos bienes

es como factor productivo han tenido un efecto positivo sobre la expansión del PIB, aunque inferior que en el caso norteamericano. Este hecho ha sido corroborado por múltiples investigaciones que se centraron en las causas de ese peor desempeño de la productividad en Europa, llegando muchas de ellas a la conclusión de que eran debidas, en gran parte, a las diferencias en la difusión de las TIC en Europa con relación a Estados Unidos (Van Ark y Foster, 2007).

Durante la segunda mitad de la década de los 90, la comparación del comportamiento del crecimiento entre Europa y Estados Unidos sufrió un marcado cambio. Por primera vez desde el final de la Segunda Guerra Mundial, el crecimiento de la productividad del trabajo en la mayoría de los países que forman parte ahora de la Unión Europea (UE) cayó por debajo del crecimiento logrado por Estados Unidos. Mientras el promedio del crecimiento de la productividad en Estados Unidos aumentó del 1,1% del período 1987-1995 al 2,5% durante 1995-2004, el crecimiento de la productividad de la Unión Europea declinó del 2,2% al 1,5%.

Esta tendencia se ha mantenido en el período 1999-2009, según los datos publicados recientemente por el Banco Central Europeo. El crecimiento medio interanual de la productividad del trabajo por persona ocupada fue casi el doble en Estados Unidos (2,1%) que en el conjunto de los países de la zona del euro (1,1%). Estos resultados a favor de la economía norteamericana se mantienen independientemente de si la productividad se mide por persona ocupada o por hora trabajada. Los estudios elaborados para la economía europea muestran que el crecimiento de las ramas productoras de las TIC y la mayor utilización de estos bienes como factor productivo, han tenido un efecto positivo sobre la expansión del PIB, aunque inferior que en el caso americano. No obstante, este crecimiento de las TIC en Europa no parece haber sido suficiente para impulsar aumentos significativos en la productividad o, al menos, no ha podido contrarrestar el efecto de otros factores que han incidido negativamente. Ello fue corroborado por múltiples investigaciones que se centraron en las causas de ese peor desempeño de la productividad en Europa, llegando muchas de ellas a la conclusión de que eran debidas, en gran parte, a las diferencias en la difusión de las TIC en Europa con relación a Estados Unidos (Collechia et al., 2002; Van Ark et al., 2002).

Con el objetivo de convertir a la Unión Europea en la economía del conocimiento más competitiva y dinámica del mundo, surgió la iniciativa política denominada e-Europa en el Consejo Europeo de Lisboa del año 2000. Dentro de esta estrategia, el Plan de Acción e-Europa 2002, continuado por el Plan de Acción e-Europa 2005, ha permitido acelerar el desarrollo de la sociedad de la información en Europa consiguiendo, entre otros logros, un incremento en el número de ciudadanos y empresas conectados a Internet, con lo que ello supone en términos de modernización de multitud de servicios en muy diferentes ám-

bitos como, por ejemplo, educación, comercio y relación con la Administración.

Uno de los aspectos de esta estrategia es el relativo a la creación de un entorno empresarial europeo más dinámico, para lo que las empresas deberían incrementar el uso de las TIC en sus procesos productivos y de gestión. Sin embargo, ésta no es una condición suficiente para estimular el crecimiento de la productividad. Para conseguir aprovechar todas las ventajas potenciales del uso de las TIC es necesario que las empresas adapten también sus métodos de organización. Es en la combinación de estos factores complementarios, TIC y nuevas formas organizativas, donde las empresas pueden encontrar espacio para incrementar sus niveles de productividad, estimulando así el crecimiento económico.

La Comisión Europea presentó en 2005 la Estrategia i2010 con el fin de impulsar el liderazgo europeo en materia de TIC y de poner los beneficios de la sociedad de la información al servicio del crecimiento y el empleo en Europa (Comisión Europea, 2005). Esta iniciativa describe el impulso político global necesario para fomentar una economía digital abierta y competitiva en toda Europa y subraya por primera vez la importancia de las TIC para mejorar la calidad de vida, pues su objetivo último es completar el mercado único de los productos y servicios de las TIC en beneficio de los consumidores, las empresas y las administraciones de Europa. Durante los últimos cuatro años, las políticas en materia de TIC han confirmado su papel de motor principal de la modernización económica y social de Europa, y han reforzado la resistencia de Europa en tiempos de crisis. Hoy en día, las TIC están firmemente ancladas en las principales políticas europeas en favor del crecimiento y el empleo. Todos los Estados miembros de la UE cuentan con políticas en este sector y las consideran un factor decisivo para el crecimiento y el empleo nacionales en el marco de la Agenda renovada de Lisboa. La iniciativa i2010 también ha influido en otros ámbitos políticos, como el mercado único y la protección de los consumidores. Las políticas de las TIC se aplican actualmente a través de diversos instrumentos, entre ellos los Fondos Estructurales y de desarrollo rural.

Más recientemente, y tomando el relevo de la Estrategia i2010, la Comisión Europea aprobó el 19 de mayo de 2010 una Comunicación sobre la «Agenda Digital Europea», cuyo objetivo es promover el desarrollo de la Sociedad de la Información y las TIC para la reactivación económica y la creación de empleo en la UE con un horizonte temporal en 2015. Sin embargo, permanecen sombras que impiden todavía que Europa despliegue todo su potencial gracias a las TIC, lo que supone que todavía hoy existe una brecha digital socioeconómica y geográfica que es preciso combatir, especialmente en el caso de las personas mayores, las menos instruidas y aquellas con menores ingresos.

Hay que destacar que estas iniciativas se han complementado con el Programa para la Innovación y

la Competitividad (CIP), el cual propone un marco coherente para mejorar la competitividad y el potencial innovador dentro de la Unión Europea. Las acciones financiadas por este programa apoyan también el desarrollo de la sociedad del conocimiento, así como un desarrollo sostenible basado en un crecimiento económico equilibrado.

Por último, la Estrategia Europa 2020, sucesora de Lisboa, ha establecido como medida prioritaria el desarrollo de las redes de nueva generación (NGA) que deben constituir la infraestructura indispensable para lograr el objetivo ambicioso de dotar de conexiones de 30 Mbps o más a todos los hogares europeos. No hay que olvidar que en el desarrollo de estas áreas es donde Europa acumula un considerable retraso en relación a países como Corea del Sur o Japón.

### La Nueva Economía en España ↓

El rasgo más notable de la evolución de la economía española durante los últimos treinta años antes de la crisis ha sido su convergencia hacia los niveles de PIB per cápita medios de la UE-15. Al mismo tiempo, existe un acuerdo sobre la existencia de dos importantes puntos débiles: el lento crecimiento de la productividad y la escasa intensidad de la inversión en tecnología (Malo de Molina, 2005; Pérez, 2006; Segura *et al.*, 2006).

La explicación de esta aparente paradoja que refleja crecimiento del PIB con escasas tasas de crecimiento de la productividad, y que constituye un importante problema de la economía española (Sáiz, 2011), radica en el hecho de que el crecimiento económico puede deberse a la creación de empleo en mayor medida que a la inversión en capital, es decir, se crean empleos que están produciendo más, pero en sectores que son más intensivos en trabajo y menos en capital (construcción, turismo, etc.).

El estudio elaborado por la Fundación BBVA-IME en 2010 (Mas y Robledo, 2010), trata de explicar cómo el aprovechamiento de las TIC se convierte en un elemento de primer orden para mejorar los niveles actuales de eficiencia de nuestra economía. Los resultados de este estudio evidencian que el crecimiento sostenido de la productividad del trabajo y la mejora de la eficiencia en España requieren un mejor aprovechamiento de la inversión en capital físico y humano, así como un cambio en las características de ambos tipos de activos. En el caso del capital humano es necesario reforzar el uso de las TIC adaptando el perfil y competencias de los trabajadores a las necesidades de las actividades productivas más generadoras de valor añadido.

En la última década se han desarrollado en España numerosos estudios que relacionan la situación del crecimiento de la productividad en España y el estado de adopción de las TIC (cuadro 1, en página siguiente). Todos estos estudios han llegado práctica-

**CUADRO 1**  
**RESUMEN DE LOS ESTUDIOS REALIZADOS SOBRE PRODUCTIVIDAD Y TIC EN ESPAÑA 2001-2010**

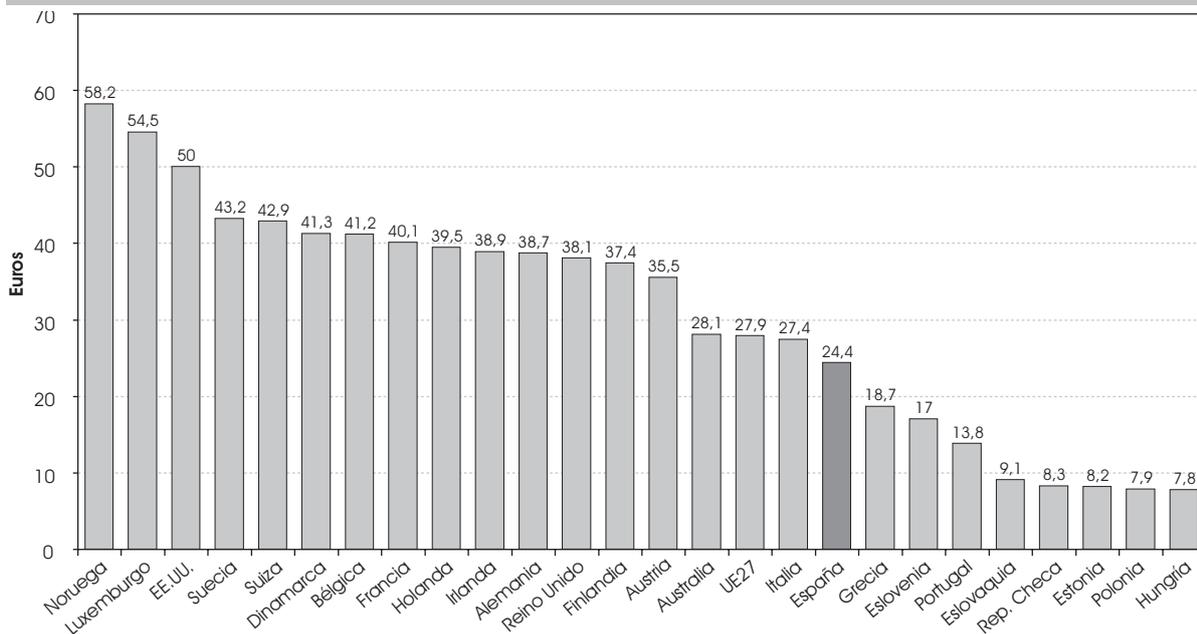
Autores	Estudio	Metodología	Resultados
DRM Consulting y SEDISI (2002 y 2003)	Las Tecnologías de la Sociedad de la Información en la Empresa Española 2002, DRM Consulting- SEDISI Madrid.	Combinación de la perspectiva macroeconómica (para distintos sectores de la economía española) y la perspectiva microeconómica (a nivel de empresa).	A nivel macroeconómico se demuestra la existencia de una relación positiva entre la implantación de las TICs y la productividad, sin cuantificar. A nivel micro (empresa) sí se comprueba un incremento del 18% en la productividad en el sector hostelero y el comercio.
Hernando, I., y Núñez, S. (2002)	<i>The contribution of ICT to economic activity: A growth accounting exercise with Spanish firm- level data</i> , Documento de Trabajo N° 0203, Banco de España, Servicio de Estudios.	Relación entre el valor añadido de las empresas y la inversión en capital TI.	Confirmación empírica de que aproximadamente un 25% del crecimiento de la productividad laboral española en la segunda mitad de los 90 se debe a la inversión realizada en capital TI.
López Sánchez et al. (2003)	Uso de Internet y Paradoja de la Productividad: el Caso de las Empresas Españolas, Cuadernos de Economía y Dirección de Empresas, N° 26, pp. 149-173.	Planteamiento similar al de Brynjolfsson y Hitt (medición de la productividad a través de funciones de producción Cobb-Douglas), pero relacionándola con el número de horas que los empleados utilizan Internet desde el puesto de trabajo con fines profesionales.	El incremento de una hora de utilización de Internet produce un incremento de un 4% en la cantidad producida; asimismo, cada euro adicional gastado en capital TI, está asociado con un incremento marginal en el output de 0,36€, es decir, una tasa de retorno de aproximadamente 36%.
Mas, M. y Quesada, J. (2005)	Las nuevas tecnologías y el crecimiento económico en España, Fundación BBVA, Bilbao.	Este libro presenta un análisis del impacto que las Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) han tenido sobre el crecimiento económico español más reciente.	El estudio pone de manifiesto, entre otras conclusiones, la baja implantación del comercio electrónico en España, que se sitúa en las últimas posiciones de la Unión Europea, junto a Grecia y Portugal.
Pérez, F., et al. (2006)	Productividad e internacionalización. El crecimiento español ante los nuevos cambios estructurales, Fundación BBVA.	Este libro tiene como objetivo el análisis de algunos de los aspectos más importantes y problemáticos del modelo de crecimiento español en la actualidad, como la lenta evolución de la productividad y la respuesta a los desafíos derivados del avance de la internacionalización de las actividades económicas.	Se subraya la relevancia que en la situación actual (2006) tiene la combinación de dos cambios en el entorno: la oleada de cambio tecnológico y la notable consolidación en los mercados de un buen número de nuevos países industriales, algunos de gran tamaño.
Segura J. (Coord). (2006)	La productividad en la economía española, Fundación Ramón Areces.	En el libro se analiza la evolución experimentada por la productividad del trabajo (PT) y la productividad total de los factores (PTF) en la economía española hasta el año 2004. Compara la evolución de ambas con las de otras áreas económicas relevantes.	Señala algunas recomendaciones de política tecnológica, política educativa, reforma del mercado de trabajo, asignación del gasto público y otros.
Mas, M., y Robledo, J.C. (2010)	Productividad. Una perspectiva internacional y sectorial, Fundación BBVA, Madrid. Mayo 2010	La investigación detalla los perfiles de la productividad, una variable clave para la competitividad y, por tanto, para el potencial de crecimiento de las economías de los países pertenecientes a la Unión Europea de los Veinticinco (UE-25), Estados Unidos, Japón, Australia y Corea del Sur, presentando así los principales resultados del proyecto EU KLEMS.	Permite identificar los problemas de productividad a los que se ha enfrentado la economía española en un contexto internacional.

FUENTE: Elaboración propia.

mente al mismo resultado: la existencia de una relación positiva entre la implantación de las TIC y la productividad. Sin embargo, el análisis del impacto de las TIC aún encuentra dificultades en las formas de medirlo y en el reto estadístico que representa, a pe-

sar del rápido progreso en las técnicas econométricas y estadísticas, especialmente desde que el uso de las TIC se ha incrementado en las actividades del sector de los servicios, las cuales son, a su vez, difíciles de medir. Más aún, las innovaciones relaciona-

**GRÁFICO 1**  
**COMPARACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD LABORAL REAL EN EUROS POR HORA TRABAJADA**



FUENTE: Eurostat, 2010.

das con las TIC, en particular las formas no tecnológicas de innovación como el cambio organizativo, son también complejas en su medición. De cara a estas dificultades de medición, los efectos sobre la productividad son difíciles de capturar.

### ENFOQUE METODOLÓGICO

Las técnicas de análisis utilizadas en esta investigación posibilitan la identificación de patrones o pautas que relacionan un determinado nivel de adopción y/o uso de las TIC, o un nivel concreto de desarrollo de la sociedad de la información, con una mayor productividad real, permitiendo una visión novedosa de los factores que permiten impulsar la productividad. Gracias a este enfoque se pueden dar pautas concretas para la mejora de las capacidades de España en el ámbito de las TIC para lograr un mejor nivel de productividad.

El enfoque metodológico consta de tres pasos o etapas:

- ✓ Etapa 1. Selección de las variables clave.
- ✓ Etapa 2. Análisis de correlaciones y análisis factorial avanzado de indicadores.
- ✓ Etapa 3. Modelo de regresión inteligente.

En la última etapa se elabora el Índice Sintético de Potencial TIC que permite la selección final de los indicadores que inciden de forma específica en la productividad.

### Selección de las variables clave

Como variable dependiente de los modelos de análisis de datos del estudio se ha empleado la productividad laboral real en euros por hora trabajada, un indicador directo de la competitividad productiva de los países analizados (gráfico 1), altamente correlacionado con otros indicadores de productividad y competitividad. Se observa que España tiene una productividad laboral media de 24,4 euros por hora trabajada, la cual se encuentra muy distante de la productividad de países como Noruega, Luxemburgo, Estados Unidos o Suecia que encabezan el ranking.

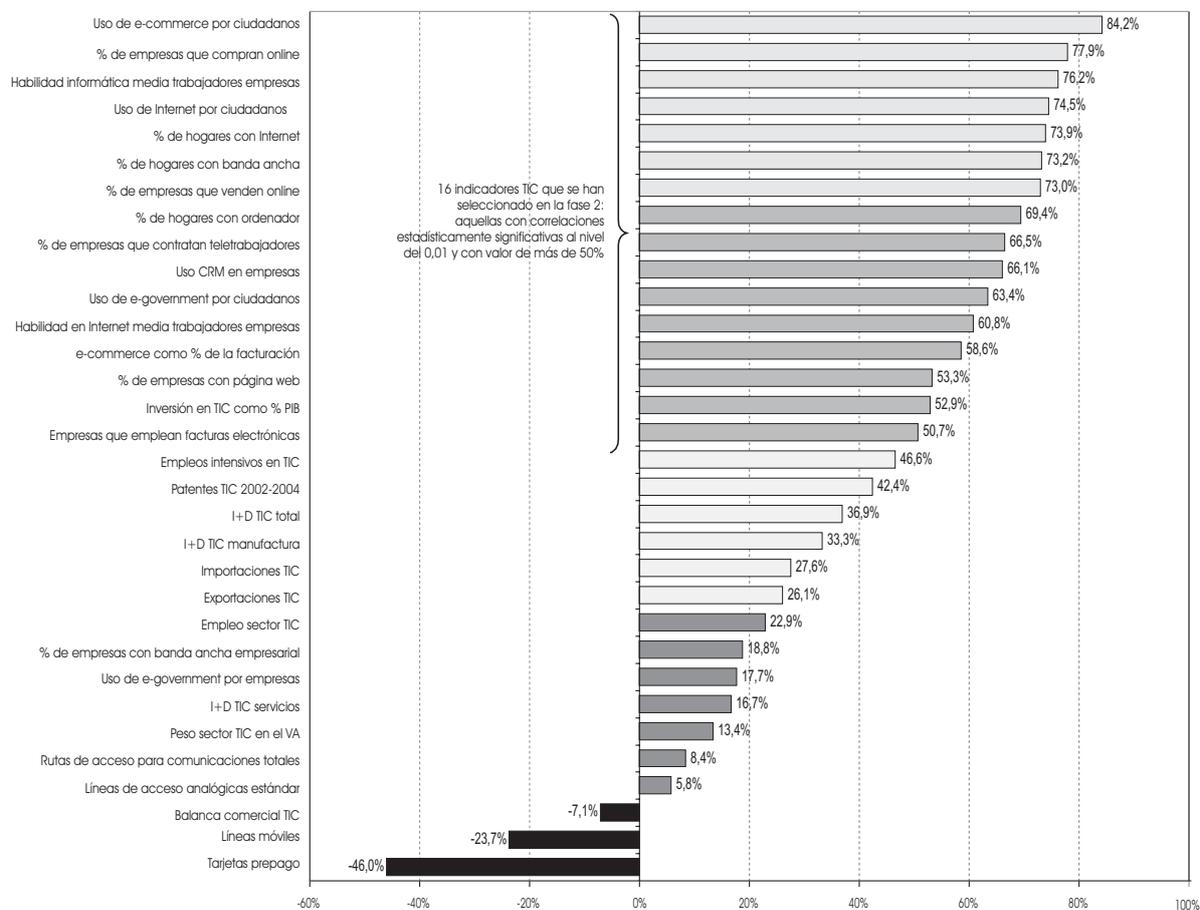
A continuación se eligieron 32 indicadores relevantes del ámbito de las telecomunicaciones y sociedad de la información, partiendo de un conjunto amplio de fuentes de información oficial. Entre estas fuentes de indicadores se seleccionaron aquellas con datos actualizados y disponibles para un amplio conjunto de países y cuyas fuentes tuviesen solvencia internacional. La mayoría de los indicadores empleados tienen información actualizada al año 2009 y cubren datos de infraestructuras y usos de ciudadanos, empresas y sector TIC.

Las fuentes estadísticas de indicadores que se han seleccionado en esta primera fase han sido las siguientes:

- ✓ Indicadores de productividad de Eurostat y un indicador de OCDE.
- ✓ Indicadores de infraestructuras tecnológicas y de comunicaciones de OCDE.

GRÁFICO 2

## COEFICIENTE DE CORRELACIÓN CON LA PRODUCTIVIDAD REAL LABORAL Y LAS VARIABLES TIC SELECCIONADAS



FUENTE: OCDE y Eurostat.

✓ Indicadores TIC para empresas y para hogares de Eurostat.

✓ Indicadores sobre sector TIC y realización de I+D en el sector TIC de OCDE.

Los indicadores seleccionados, sus fuentes y sus valores se muestran en el anexo A.

### Análisis de correlaciones y análisis factorial avanzado de indicadores

En la etapa 2 se eligieron los dieciséis indicadores con correlaciones superiores al 50% y estadísticamente significativas al nivel del 0.01. Existen siete variables con un coeficiente de correlación de Pearson superior al 0.7, lo que indicaría la posibilidad de mejora de la productividad laboral debido a las TIC si se produjese una mejora en estos indicadores (gráfico 2).

A continuación se realizó un análisis factorial con el objetivo de identificar las variables subyacentes (también llamadas factores o componentes) que explican el patrón de correlaciones observado en el con-

junto de variables. El método de extracción de componentes para el análisis factorial que se ha empleado en la agrupación de los indicadores TIC más correlacionados con la productividad de los países es el análisis de componentes principales (cuadro 2, en página siguiente). Los dos componentes que el modelo de análisis factorial ha seleccionado explican el 79.25% de la varianza total de los 16 indicadores.

En la matriz de componentes rotados se han resaltado en fondo gris las cargas superiores a 0.60, con los dos factores o componentes extraídos. Las cargas inferiores a 0.40 se podrán ignorar, pues identifican relaciones débiles con los componentes. Por tanto, las variables TIC analizadas se podrán dividir en dos grupos: aquellas que tienen cargas elevadas en el componente 1 y aquellas que tienen cargas elevadas en el componente 2.

Teniendo en cuenta las cargas elevadas en el componente 1 de los diferentes indicadores se podría concluir que este componente estaría resumiendo principalmente la posición del país en cuanto al uso de las TIC en los hogares y los ciudadanos (también como empleados). El componente 2, teniendo en

**CUADRO 2**  
**VALORES DE LOS COMPONENTES PARA LOS DIFERENTES INDICADORES TIC**

Indicadores TIC más correlacionados con la productividad laboral	Componente factorial	
	1	2
Uso de comercio electrónico por ciudadanos (%)	0,90	0,38
Empresas que compran online (%)	0,49	0,77
Habilidad en informática de empleados	0,81	0,28
Uso de Internet por ciudadanos (%)	0,90	0,40
% de hogares con Internet	0,86	0,44
% de hogares con banda ancha	0,90	0,39
Empresas que venden online (%)	0,54	0,68
% de hogares con ordenador	0,86	0,42
Uso CRM en empresas (%)	0,19	0,79
Uso de e-administración por ciudadanos (%)	0,82	0,40
Habilidad en Internet de empleados	0,88	0,23
% de empresas que contratan teletrabajadores	0,70	0,55
comercio electrónico como % de la facturación	0,43	0,62
% de Empresas con página web	0,70	0,50
Inversión en TIC como % PIB	0,76	0,10
Empresas que usan facturas electrónicas (%)	0,12	0,75

FUENTE: Elaboración propia.

**CUADRO 3**  
**PARÁMETROS DEL MODELO DE REGRESIÓN INTELIGENTE**

Resultados del modelo de regresión inteligente	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	Estadístico t	Significativo
	Beta	Std. Error	Beta		
Variables seleccionadas					
Constante	27,895	10,524		2,651	0,02
Uso de comercio electrónico por ciudadanos (%)	0,682	0,105	0,99	6,476	0
Uso CRM en empresas (%)	1,120	0,298	0,481	3,752	0,002
% de empresas con página web	0,739	0,219	-0,612	-3,37	0,005
Empresas que usan facturas electrónicas (%)	0,342	0,146	0,242	2,336	0,036

FUENTE: Elaboración propia.

cuenta las cargas de los indicadores sobre el mismo, está más claramente relacionado con la utilización de las TIC en las empresas.

### Elaboración del Índice Sintético de Potencial TIC

En la tercera etapa se ha diseñado un modelo de regresión inteligente, que se ha denominado Índice Sintético de Potencial TIC, que utilizando como entrada del modelo las variables TIC seleccionadas en la etapa anterior obtiene como variable dependiente la productividad.

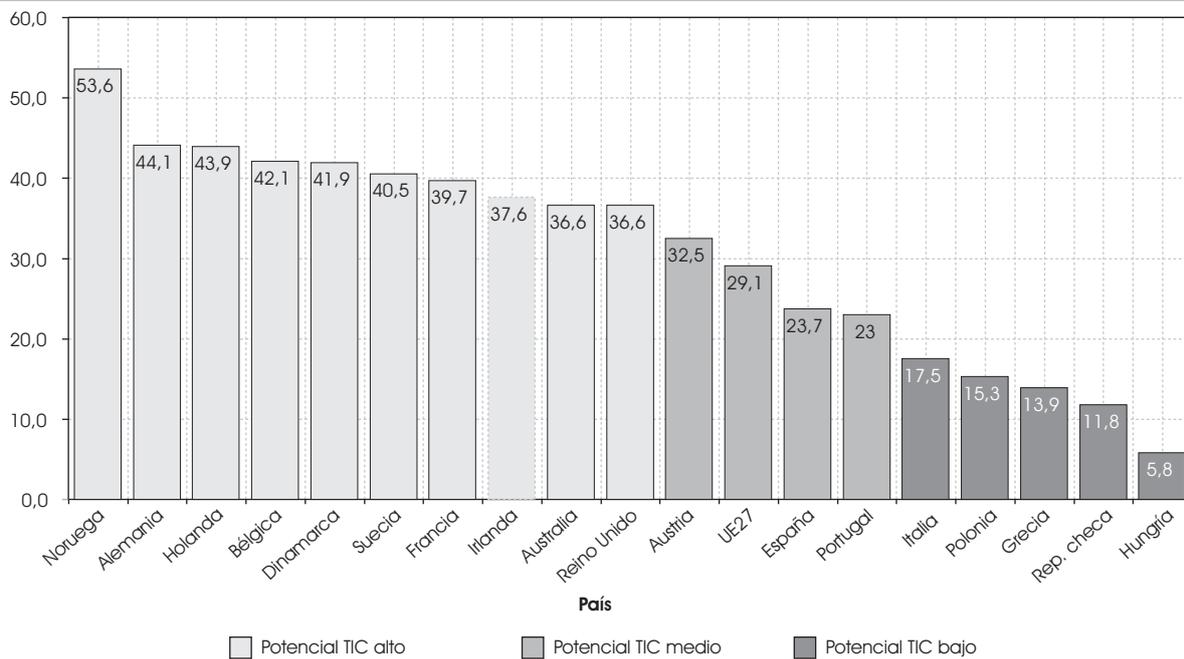
Para ello se utiliza un modelo lineal que permite la selección automática de los indicadores para efectuar una predicción del valor de la productividad laboral como combinación de las diferentes variables TIC. La regresión lineal estima de forma automática los coeficientes de la ecuación lineal, incluyendo como variable dependiente la productividad real del trabajo y como variables independientes las dieciséis variables TIC con mayor correlación con la productividad laboral (coeficiente de correlación >50%) que mejor predicen

el valor de la variable dependiente. En el cuadro 3 se muestran las cuatro variables que el modelo ha seleccionado como mejores predictores de la productividad laboral de los países, junto con los coeficientes del modelo de regresión construido.

Posteriormente se ha realizado un análisis tipo clúster con los países estudiados identificando tres grupos de países en función de sus valores para el modelo de Índice Sintético de Potencial TIC, que es el resultado de la previsión del modelo de regresión empleado en el estudio. Este análisis, similar al realizado por Alfaro y Alfaro (2008), ha determinado el clúster de potencial TIC alto, medio y bajo (gráfico 3, en página siguiente), correspondiéndole a España una situación intermedia entre los países analizados.

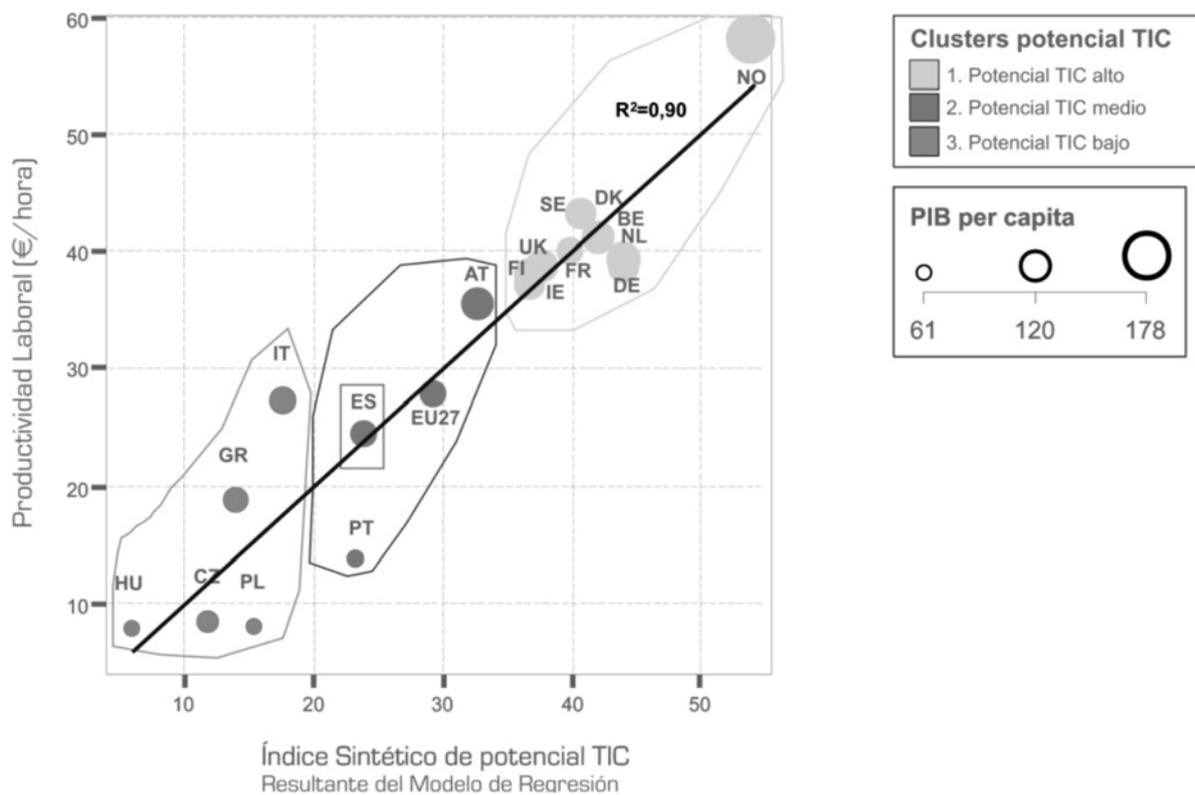
En la gráfico 4, en página siguiente, se compara el valor del Índice Sintético de Potencial TIC obtenido del modelo con el valor real de la productividad del gráfico 1, observándose el buen ajuste del modelo, ya que casi todos los países se encuentran en la diagonal. El modelo logra un coeficiente de determinación R<sup>2</sup> de 0.90 con respecto a la variable productividad laboral.

**GRÁFICO 3**  
**ÍNDICE SINTÉTICO DE POTENCIAL TIC**



FUENTE:

**GRÁFICO 4**  
**RELACIÓN ENTRE PRODUCTIVIDAD E ÍNDICE SINTÉTICO DE POTENCIAL TIC**



FUENTE: Elaboración propia.

## CONCLUSIONES †

El estudio tiene un ambicioso planteamiento ya que parece aceptado que hay una correlación positiva entre la adopción y uso de las TIC y el aumento de la productividad de un país. Los resultados de los análisis realizados ponen de relieve que los países que tienen sistemas empresariales y económicos más productivos son aquellos en los que se hace un uso más amplio y eficiente de las TIC en las empresas y en los que los ciudadanos están más acostumbrados a utilizar las TIC.

España ha dedicado en los últimos años importantes esfuerzos a través de planes de desarrollo de la Sociedad de la Información a incrementar el nivel de adopción de las TIC en toda la sociedad. Pero la simple adopción de las TIC no basta para la mejora del nivel de productividad español. Este elevado nivel de adopción (por ejemplo, el 94% de las empresas españolas tienen banda ancha) debería estar acompañado por una utilización óptima de las nuevas tecnologías para solucionar la paradoja detectada en el caso español en cuanto a sus indicadores TIC y su nivel de productividad comparado con otros países europeos como Noruega. Por ello, se puede apuntar que la «paradoja española de la productividad» reside en que el avance de los indicadores TIC se ha centrado sobre todo en la adopción de las tecnologías, cuando el factor más relevante para que este avance en TIC repercuta en la productividad y la competitividad es la utilización real que se hace de las tecnologías TIC y el grado de familiaridad y uso de las mismas de los ciudadanos, tanto trabajadores como consumidores.

Los análisis ponen de manifiesto que los países que no presentan paradojas en el impacto de las TIC sobre su competitividad son aquellos en los que tiene más relevancia el uso de las tecnologías que su mera adopción, tanto en empresas como en hogares. Una prueba de ello lo constituye Noruega, país que tiene un menor porcentaje relativo de empresas con banda ancha (91%) que España (94%), el doble de empresas que emplean la factura electrónica (32% frente al 17%) y el triple de empresas que realizan compras online (53,8% frente al 17,9%). Además, Noruega tiene un nivel de productividad, tanto laboral como multifactorial, de los más altos del mundo (58,2 euros/hora frente a los 24,4 euros/hora de España), lo que se debe en una gran parte a que el uso de las tecnologías TIC es una de las claves en este país.

Los resultados de los análisis estadísticos realizados en este estudio han identificado cuatro variables, a través del Índice Sintético de Potencial TIC, que se encuentran asociadas a un nivel más elevado de productividad y que resumirían el impacto de las TIC en los modelos productivos y la competitividad de un país. Según este indicador, España se encuentra en el *cluster* intermedio de desarrollo de las TIC y posee un nivel de productividad en el rango medio-bajo, lo

que indica que todavía existe un amplio margen de mejora. Este nivel de productividad se podría mejorar articulando las palancas que se mencionan a continuación:

- Incremento del número de ciudadanos españoles que utilicen los servicios de comercio electrónico, lo que está directamente asociado a una mayor destreza en internet e informática por los empleados de las empresas.
- Despliegue de medidas para potenciar la utilización de páginas web en las empresas, con funcionalidades de venta de servicios y productos online. No solo bastaría con la mera posesión de un sitio web corporativo en las empresas españolas, sino que lo que verdaderamente presenta un impacto para la competitividad es que desde esa página web corporativa se puedan realizar operaciones de tipo comercial y se ofrezcan servicios de valor añadido con clientes, proveedores, etc.
- Apoyo en la implantación de CRM (Customer Relationship Management) en las empresas que les ayude a definir un modelo que les permita desarrollar proyectos enfocados a la mejora de la atención al consumidor. Este modelo debe ayudar a la empresa a gestionar la información de forma que se oriente hacia el cliente y conseguir su fidelidad.
- Impulso a la utilización de sistemas de facturación electrónica en empresas como forma de mejorar la eficiencia productiva.

Por tanto, resulta prioritario para nuestro país la articulación de medidas orientadas a mejorar estos cuatro indicadores como modo de mejorar su desarrollo TIC y su potencial productivo, con la finalidad de avanzar hacia la posición de los países que lideran el panorama internacional en términos de productividad y competitividad.

## BIBLIOGRAFÍA †

- ALFARO NAVARRO, J.L. y ALFARO CORTÉS, E. (2008): «Un Análisis de la Implantación y Uso de las TIC en la Unión Europea». *Economía Industrial*, nº 370, pp. 75-85
- BLACK, S.E. y LYNCH, F.L. (2001): «How to compete: the impact of workplace practices and information technology on productivity», *Review of Economics and Statistics*, vol. 83, nº 3, pp. 434-445.
- BRYNJOLFSSON, E. y HITT, L. (1996): «Paradox lost? Firm level evidence on the return to information systems spendings», *Management Sciences*, vol. 42, nº 4, pp. 541-558.
- CASTELLS, MANUEL (1997): «La era de la información, economía, sociedad y cultura. La sociedad red (Volumen I)». Alianza, Madrid.
- COLLECHIA, A. y SCHREYER, P. (2002): *ICT Investment and Economic Growth in the 1990s: Is the United States a Unique Case?*. OECD, Paris.
- COMISIÓN EUROPEA (2005): «i2010 – Una sociedad de la información europea para el crecimiento y el empleo». Comisión Europea, Bruselas, COM(2005) 229.
- DRM CONSULTING y SEDISI (2002 y 2003): «Las Tecnologías de la Sociedad de la Información en la Empresa Española 2002». DRM Consulting-SEDISI Madrid.

HERNANDO, I. y NÚÑEZ, S. (2002): «The contribution of ICT to economic activity: A growth accounting exercise with Spanish firm-level data». Documento de Trabajo nº 0203, Banco de España, Servicio de Estudios.

JORGENSEN, D.W.; HO, M.S. y STIROH, K.J. (2002): «Information Technology, Education, and the Sources of Economic Growth across US Industries». Reserva Federal, Washington D.C.

LÓPEZ SÁNCHEZ, J.I.; MINGUELA RATA, B.; RODRÍGUEZ DUARTE, A. y SANDULLI, F.D. (2003): «Uso de Internet y Paradoja de la Productividad: el Caso de las Empresas Españolas». Cuadernos de Economía y Dirección de Empresas, nº 26, pp. 149-173.

LÓPEZ SÁNCHEZ, J.I. (2004): «¿Pueden las tecnologías de la información mejorar la productividad?». *Universia Business Review*, primer trimestre, pp. 82-94.

MALO DE MOLINA, J. L. (2005): «Una larga fase de expansión de la Economía Española». *Documentos Ocasionales nº 0505*. Banco de España, Madrid.

MAS, M. y ROBLEDO, J.C. (2010): «Productividad. Una perspectiva internacional y sectorial». Fundación BBVA, Madrid.

MAS, M. y QUESADA, J. (2005): «Las nuevas tecnologías y el crecimiento económico en España». Fundación BBVA, Bilbao.

PÉREZ, F.; MAUDOS, J.; PASTOR, J.M. y SERRANO, L. (2006): «Productividad e internacionalización. El crecimiento español ante los nuevos cambios estructurales». Fundación BBVA-Ivie, Madrid.

SÁIZ, P. (2011): «Derechos de la propiedad industrial y competitividad global». *Economía Industrial*, nº 379, pp. 41-56.

SEGURA J. (Coordinador) (2006): *La productividad en la economía española*. Fundación Ramón Areces, Madrid.

SOLOW, R. (1987): «We'd better watch out», *New York Times Book Review*, pp. 36.

STIROH, K.J. (2002): «Information Technology and the US Productivity Revival: What Do the Industry Data Say?». *American Economic Review*, vol. 92, nº 5, pp. 1559-1576.

TORRENT, J. (2002): «De la nueva economía a la economía del conocimiento. Hacia la tercera revolución industrial». *Economía Mundial*, nº 7, pp. 39-68.

URUEÑA LÓPEZ, A. e HIDALGO NUCHERA, A. (2013): «La información en la economía del conocimiento: retos y oportunidades para España». *El Profesional de la Información*, vol. 22, nº 4, pp. 339-345.

VAN ARK, B.; MELKA, J.; MULDER, N.; TIMMER, M. y YPMA, G. (2002): «ICT investments and growth accounts for the European Union 1980-2000». Research Memorandum GD-56, Groningen Growth and Development Centre.

VAN ARK, B. y FOSLER, G. (2007): «Is ICT's Contribution to Productivity Growth Peaking?». *Executive Action Series*, nº. 224. The Conference Board. January.

ANEXO  
Indicadores utilizados en el estudio

País	Siglas	Productividad laboral real Euros por hora trabajada	Productividad OCDE	Productividad PPP UE27	Productividad TEDI 2000-2009	Incremento de la Productividad 2000-2009	Infraestructura	Rutas de acceso para comunic. totales	Líneas de acceso analógicas estándar	Líneas móviles	Tarjetas prepago (%)	TIC en Empresas	Exportaciones TIC (M\$)	Importaciones (M\$)	Ratio comercial TIC (%)	Empresas que compran online (%)	Empresas que venden online (%)	% de empresas con banda ancha Empresarial	Empleo intensivo en TIC (%)	I+D TIC fabricación (%)	I+D TIC servicios (%)	I+D TIC total (%)	Peso sector TIC en el VA (%)	Polémica TIC 2002-2004	TIC en Empresas	Empleo sector TIC (%)	e-commerce como % de la facturación	Empresas que usan facturas electrónicas	Uso CRM en empresas (%)	Inversión en TIC como % PIB	Habilidad en inform. de empleados	Habilidad en internet de empleados	% inversión TIC (%GFCF no residencial)	% de Empresas con página web	% de empresas que usan e-government	% de empresas que contratan teletrabajadores	TIC en Hogares	% de hogares con internet	% de hogares con ordenador	% de hogares con banda ancha	Uso de internet por ciudadanos (%)	Uso de e-commerce por ciudadanos (%)	Uso de e-government por ciudadanos (%)			
Alemania	DE	38,7	38,6	110,0	53,5	8	222	36	118	65		110.559	112.696	98,1	42,98	17,93	89,2	22,1	16,7	4,3	21,0	7,1	27,2		5,2	16	32	26	2,7	32	33	13,44	84	52	27		79,1	84,1	64,6	71	56	35,3				
Australia	AU	28,1	28,1		51,6		204	32	102	49		2.895	20.988	13,8			96,6	22,1	6,3	9,6	15,9	6,7	28,0		4,7							13,35					72,0	78,0	62,0							
Austria	AT	35,5	35,5	100,8	51,9	12	203	43	119	44		10.961	12.929	84,8	30,92	9,87	76,8	21,0				5,9	26,7		4,9	12	13	28	2	29	31	12,29	80	58	24		69,8	74,5	57,8	67	41	35,4				
Bélgica	BE	41,2	41,1	117,9	58,5	4	196	52	96	53		14.889	20.369	73,1	34,30	16,16	91,4	22,0	14,5	8,2	22,6	7,1	17,9		5,0	21	40	30	2,4	27	30	20,12	78	67	34		67,4	71,1	63,4	70	36	27,2				
Canadá	CA	26,8		47,2			195	47	62	14		18.386	40.514	45,4			94,3	21,2	19,4	13,5	32,9	5,8	35,0		4,6							16,18					74,6	79,4	66,9							
Corea	KR	9,1	27,0				195	39	90	2		115.459	58.226	198,3	42,48	6,49	97,2		50,2	4,4	54,6	12,2	41,8		6,1																					
Dinamarca	DK	41,3	41,8	97,8	48,0	2	191	38	116	18		6.090	9.740	62,5	40,39	18,88	82,3	27,9	11,8	22,4	34,2	8,1	23,5		7,0	22	38	2,0	2,9	35	40	24,57	88	66	55		82,5	86,2	76,0	82	64	65,4				
EE.UU.	US	50,0	33,3	117,7	59,0	19	187	29	87	15		173.950	286.882	60,6			78,2	20,4	17,7	8,6	26,3	9,0	35,7		5,5							3,3														
Eslovaquia	SK	9,1	13,0		33,6	52	184	43	113	57		12.188	11.643	104,7	12,48	5,60	84,9	19,9				7,5				5,9																				
<b>España</b>	<b>ES</b>	<b>24,4</b>	<b>24,6</b>	<b>96,7</b>	<b>44,3</b>	<b>10</b>	<b>180</b>	<b>33</b>	<b>108</b>	<b>59</b>		<b>8.282</b>	<b>36.769</b>	<b>22,5</b>	<b>17,89</b>	<b>10,49</b>	<b>93,8</b>	<b>19,3</b>	<b>5,4</b>	<b>12,4</b>	<b>19,9</b>	<b>6,4</b>	<b>18,7</b>		<b>3,6</b>	<b>10</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>1,6</b>	<b>22</b>	<b>29</b>	<b>10,46</b>	<b>62</b>	<b>46</b>	<b>11</b>		<b>54,0</b>	<b>66,3</b>	<b>51,3</b>	<b>54</b>	<b>23</b>	<b>28,6</b>				
Finlandia	FI	37,4	37,4	95	47,0	14	176	38	115	10		15.834	11.360	139,4	19,33	15,07	86,2	24,9	53,8	12,0	65,7	13,9	55,9		9,3	18	24	25	3,3	26	33	21,24	87	83	34		77,8	80,1	73,7	79	54	45,0				
Francia	FR	40,1	40,1	113	54,7	8	175	21	87	28		34.491	54.589	63,2	20,84	12,09	93,9	20,1	20,3	8,0	28,3	7,8	31,0		6,3	14	21	15	2,5	35	32	16,01	58	67			63,0	69,2	57,5	65	45	36,0				
Grecia	GR	18,7	18,4	70,1	34,8	22	173	23	145	103		857	5.428	15,8	10,22	7,00	92,9	14,9	14,5	17,7	32,2	6,2				3,5	3	12	16	1	15	18			58	61	22		38,1	47,3	33,1	38	10	10,7		
Holanda	NL	39,5	39,3	117,4	59,1	10	172	47	113	59		71.454	69.777	102,4	37,13	22,27	84,2	24,0	27,8	2,9	30,7	8,8	51,4		6,5	13	34	19	2,9	30	36	19,58	81	74	36		89,7	90,8	77,0	86	63	49,9				
Hungría	HU	7,8	7,3	53,5	25,3	32	171	43	110	68		26.910	20.065	134,1	15,38	6,18	87,4	23,7								9,9	21,7	7,7	15	7	6	1,8	22	31			57	58	14		55,1	63,0	50,9	57	16	22,9
Irlanda	IE	38,9	45,1	104,9	54,0	23	171	28	117	87		22.175	15.004	147,8	48,84	20,91	75,6	22,7	27,7	30,5	58,3	13,0	40,9		7,5	29	23	24	2,6	20	23	5,61	68	66	29		66,7	72,8	53,7	60	37	23,3				
Islandia	IS		17,8		42,8		171	27	105	44		23	313	7,3	35,12	20,81	80,2	24,8				5,7				8																				
Italia	IT	27,4	27,4	91,8	41,0	-2	167	23	151	134		14.507	33.942	42,7	14,33	4,29	99,5	20,9	17,8	7,3	25,1	6,3	17,2		5,3	2	35	13	1,4	18	23	10,89	61	48	4		53,5	61,3	39,0	42	12	15,1				
Japón	JP		37,3		39,9		165	45	84	2		114.219	83.873	136,2	39,90	23,30	83,8		30,2	2,0	32,2	8,8	40,7		7,5																					
Luxemburgo	LU	54,5	50,2	165,9	74,5	7	165	45	142	65		877	1.375	63,8			76,6	36,4							7,0		6,0																			
México	MX		4,5		17,3		160	50	65	60		61.504	59.441	103,5			88,6								5,0	10,6																				
N. Zelanda	NZ		17,4		44,3		160	34	102	69		541	3.183	17,0			45,6								22,4																					
Noruega	NO	58,2	54,3	152,3	76,8	8	157	38	110	30		3.530	8.510	41,5	53,77	29,19	91,0	24,4	12,1	18,1	30,2	8,2	26,9		6,2	21	32	22	1,7	30	43			78	71	52		85,6	87,6	77,8	88	70	58,5			
Polonia	PL	7,9	7,8	46,7	23,3	30	153	42	109	70		12.850	20.764	61,9	11,23	8,28	58,3	19,1	5,3	9,3	14,6	5,7	21,2																							
Portugal	PT	13,8	15,5	56,7	25,6	8	147	35	127	97		4.024	7.511	53,6	19,25	16,43	84,7	15,1	17,6	8,4	26,0	7,2				3,0	12	23	15	2,1	16	27	12,75	52	70	15		47,9	56,0	46,2	42	13	18,0			
Reino Unido	UK	38,1	26,4	94,3	50,8	12	146	56	121	78		37.775	69.681	54,2	29,05	16,48	88,3	28,3	9,9	14,8	24,7	9,6	33,9		6,1	16	9	15	4,2	27	36	23,77	76	57	35		76,7	81,2	69,5	76	66	29,7				
Rep. Checa	CZ	8,3	11,2	56,2	27,7	36	142	23	127	66		22.450	22.076	101,7	26,71	14,67	77,7	23,4	6,6	15,8	9,0	13,6			5,8	17	19	14	2,2	20	32			74	36	23		54,2	59,6	48,9	54	24	22,8			
Suecia	SE	43,2	34,3	99,8	50,0	14	142	21	112	51		18.472	18.050	102,3	48,35	20,79	89,3	26,1	25,4	8,5	33,9	10,4	34,0			8,4	19	25	24	3,6	30	37	25,00	89	61	42		86,0	87,6	7						